

V. TOMAS, I. ŠEGULJA, D. ČIŠIĆ: Mogućnosti i problemi primjene suvremenih...
Pomorstvo, god. 19. (2005), str. 29-41

29

Dr.sc. Vinko Tomas

Dr.sc. Ivica Šegulja

Dr.sc. Dragan Čišić

Pomorski fakultet u Rijeci

Rijeka, Studentska 2

Pregledni članak

UDK: 629.5.083.4

Primljeno: 01. lipnja 2005.

Prihvaćeno: 30. lipnja 2005.

MOGUĆNOSTI I PROBLEMI PRIMJENE SUVREMENIH STRATEGIJA ODRŽAVANJA U POMORSTVU

U radu su analizirani načini i problemi suvremenih strategija održavanja na osnovu svjetskih iskustava. Temeljem analize stanja održavanja brodskih sustava, kod nas i u svijetu, dat je prijedlog koje bi strategije održavanja mogli primijeniti, pod kojim uvjetima i u kakvoj kombinaciji, a navedene su i odgovarajuće preporuke za primjenu i implementaciju strategija održavanja. Pored toga izvršena je i analiza mogućih efekata.

Ključne riječi: strategije održavanja, brod

1. UVOD

Organizacija novih sustava održavanja u pomorstvu uzimat će u obzir rizike koje nose projektiranje tehničkih sustava i primjena strategija održavanja. Bit će prisutno još veće povezivanje i integracija između naručitelja, projektanata, proizvođača i servisera brodske opreme. Očekuje nas sve veće korištenje informacijske tehnologije u detekciji, dijagnostici i predviđanju otkaza (prijenosnih računala, umjetne inteligencije, ekspertnih sustava za podršku odlučivanju itd). U budućnosti će doći do specijalizacije ljudstva prema vrsti opreme, a manje prema strukama. Treba se težiti u obuci posade i davanju znanja iz više oblasti (računala, elektronika, vibracije...). Obuka posade treba se odvijati kontinuirano uz korištenje raspoloživih tehnologija, uključujući i predavanja na daljinu. Postavljaju se i zahtjevi za bezotkaznošću i minimalnim zastojima zbog održavanja. To se prvenstveno odnosi na ključnu opremu. Ciljevi su da se:

1. formaliziraju pristupi upravljanju rizikom (npr. tehnike kao: RCA – Root Cause Analyse), FMECA, Probabilistic Safety Assesment, Probabilistic Risk Assessment, ...).
2. primjene suvremene strategija održavanja: održavanje prema pouzdanosti–Reliability Centred Maintenance (RCM), potpuno produktivno održavanje – Total Productive Maintenance (TPM) i drugih.
3. izvrši integracija utjecaja ljudskog faktora (pouzdanost, pogreške, itd.).
4. primjeni participativni pristup u projektiranju opreme (kao što su tehnike: Design for Maintainability, Value Ennginereng, Hazop...).

Za našu znanstvenu i stručnu javnost može biti privremeno utješno da iskustva iz razvijenih zemalja [1] govore da je ovakav vid održavanja za trgovačku mornaricu još uvijek u domeni projekata.

2. POKAZATELJI USPJEŠNIH SUSTAVA ODRŽAVANJA

Pokazatelji da su neke metode za usavršavanje sustava održavanja bile uspješne su sljedeći [2,3]:

- ne smije biti više od 25% neplaniranih troškova;
- planski poslovi bi trebali biti do 95%;
- plansko angažiranje do 70% raspoloživih resursa;
- dnevno raspoloživi kapaciteti moraju biti angažirani 100%;
- obrt zaliha rezervnih dijelova trebao bi biti 3,0 do 3,5 (danas iznosi oko 0,7);
- postotak traženih prema trenutno zadovoljenim zahtjevima za rezervne dijelove trebao bi biti 97%;
- organizacijska cjelina koja se bavi upravljanjem i planiranjem ne treba biti vezana za izvršni dio organizacije;
- planiranje se obavlja prije raspoređivanja poslova; poslovi se raspoređuju na one koji ih mogu izvršiti, a izvršenje poslova se ne prekida;
- postoji sustav za određivanje prioriteta poslova;
- planirani poslovi se izvršavaju na vrijeme;
- postoji preventivno održavanje koje se izvodi kada je jeftinije od korektivnog održavanja i većinom bez zaustavljanja rada sustava i strojeva;
- preventivne radnje održavanja izvršavaju se 100%;
- baza tehničkih podataka je 95% ažurna (postoji za sredstva) i točna;
- korisnici učestvuju u provođenju radnji koje omogućavaju stvaranje osnovnih uvjeta za rad opreme (postoji „njega“ opreme);
- postoji posebna organizacijska cjelina koja se bavi s RCA, FMECA i drugim naprednim tehnikama i direktno je odgovorna glavnom menadžeru (direktoru);

Prosječna ocjena uspješnosti sustava održavanja kompanija na Zapadu na skali od 1 do 10 je od 4 do 5, dok najbolji imaju ocjenu 6, a rijetki 7 [2]. U svakom sustavu održavanja postoje mogućnosti za njegovo usavršavanje, kao i u izboru načina da se dođe do usavršavanja sustava i boljih rezultata funkcioniranja. Zbog toga je potrebno analizirati problem i ukazati na mogućnosti primjene suvremenih strategija održavanja, ali i drugih pristupa, temeljenih na iskustvima i istraživanjima autora i podacima iz odgovarajuće literature.

Iako ne spada u strategije održavanja, Computerised Maintenance Management System (informacijski sustav za upravljanje održavanjem – CMMS) mora se uzeti u obzir, jer bez njega nema primjene suvremenih strategija održavanja, kao ni efektivnog i efikasnog menadžmenta održavanjem. Uvođenje ovog menadžerskog pomagala prvi je korak u usavršavanju svakog sustava održavanja. Utvrđivanje je li postojeći sustav održavanja dobar, treba započeti s njegovom analizom zasnovanoj na podacima iz CMMS [13]. Na ovaj način utvrđuje se i daje li CMMS potrebne izlazne podatke. Ova analiza praktično se sastoji iz dva koraka. Prvi korak je „ocjena“ koja se sastoji u dobivanju odgovora na sljedeća pitanja:

1. Jesu li preventivne procedure svrsishodne (raste li ili pada broj korektivnih akcija, koliko radnih sati se troši na korektivne, a koliko na preventivne akcije održavanja itd.)?
2. Obavlja li se preventivno održavanje redovito i kakvi su rezultati (na svakih 6 preventivnih akcija održavanja trebalo bi da se otkriti jedna korektivna)?
3. Gdje su problemi vezani s pouzdanošću (koja oprema, koji dijelovi i procesi najčešće otkazuju)?
4. Gdje se troši najveći broj radnih sati održavanja (po različitim klasifikacijama vrste poslova)?
5. Koliko je nedovršenih poslova (ukupna količina poslova ne smije prijeći veličinu koja se ne može završiti za 6 radnih tjedana) [14]?
6. Kolika je efikasnost posade u održavanju?
7. Koliko kompanija troši novca na održavanje i gdje su problemi (posada, dijelovi, oprema, proizvođači,...)?

Drugi korak sastoji se u identificiranju problema (prvenstveno vezano za CMMS), a obuhvaća odgovore na pitanja:

1. Generira li softver potrebne liste i tablice i na koji način (npr. ako je izdvojeno više od 10 kritičnih vrsta opreme to nije dobro)?
2. Kakav je pregled opreme (identifikacijski brojevi, naziv, tip, model, starost, pripadnost organizacijskim cjelinama, lokacija, itd.)?
3. Kakav je pregled zaliha (identifikacija, lokacija, isporučitelj, minimalni i maksimalni nivo zaliha, itd.)?
4. Kakve su mogućnosti softverskog modula za izdavanje i analizu radnih naloga?
5. Navode li se u analizi preventivnih zadataka održavanja svi resursi potrebni za izvođenje akcija održavanja, postoji li povratna veza, koliko je preventivna akcija bila efektivna, itd.)?

Dostupni podaci ukazuju da se investicije u uvođenje sustava CMMS vraćaju za 18 do 30 mjeseci [5].

3. PRIMJENA SUVREMENIH STRATEGIJA ODRŽAVANJA

Pod tradicionalnim strategijama održavanja podrazumijeva se preventivno, korektivno i kombinirano održavanje. Suvremene strategije održavanja su: RCM, TPM, održavanje prema stanju, prediktivno održavanje i veći broj tzv. „ubrzanih strategija“. Rezultati njihove primjene su raznoliki. Rezultati postignuti primjenom strategije RCM, u različitim slučajevima, su sljedeći [1,11,12]: smanjenje broja radnih sati za preventivno održavanje za 87%; smanjenje ukupnog broja radnih sati za održavanje do 29%; smanjenje troškova repromaterijala za održavanje do 64%; povećanje raspoloživosti opreme i sustava do 15%; povećanje pouzdanosti tehničkih sredstava do 100%.

Poznato je da se investicije u RCM vraćaju za 3 do 6 mjeseci, eventualno godinu dana i da se smanjuje broj zahtjeva za održavanje za 25 do 40%. Međutim, za njegovu primjenu potrebno je 3 do 6 godina, jer su procedure analize, posebno FMECA, vrlo komplicirane, pa time i dugotrajne.

Kritičari primjene ove strategije ističu da je ona namijenjena za projektiranje tehničkih sustava i da su joj ograničene mogućnosti za tehničke sustave koji su u eksploataciji. Neki smatraju da je komplicirana i dugotrajna, posebno kada se do detalja razrađuje FMECA. RCM ne uzima u obzir planiranje i planske zastoje tehničkih sustava, pa se smatra da je pogodna samo za složene tehničke sustave.

Uvođenje strategije TPM zahtijeva puno vremena i uloženog rada. Prvi efekti su primjetni već poslije 6 mjeseci, dok puna implementacija traje više godina. Velike uspjehe ovaj koncept je postigao pri primjeni u kompanijama kao što su Ford, Kodak, Harley Davidson i Texas Instruments. Investicije se vraćaju za najmanje tri puta, a zastoj zbog održavanja skraćuje i preko 50% [10].

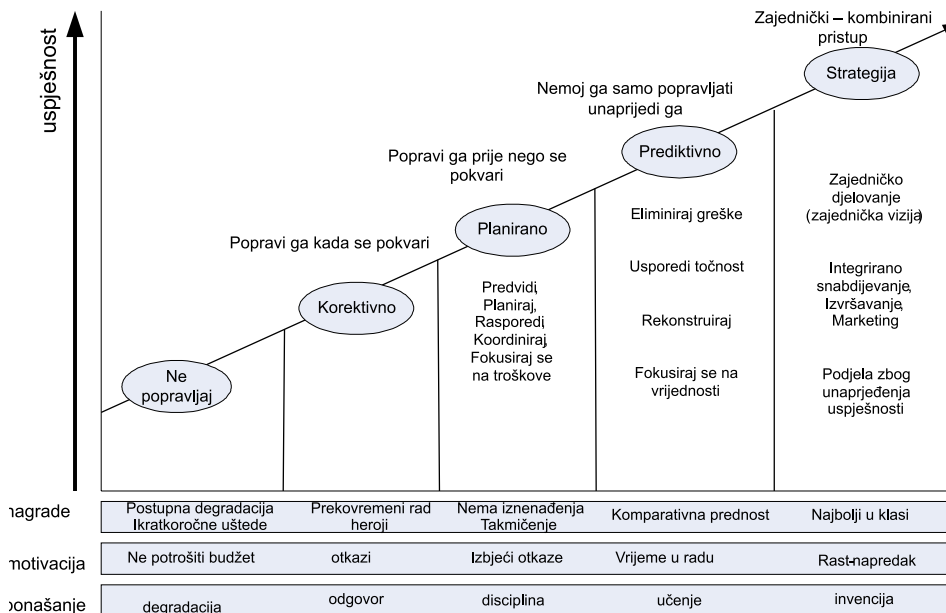
Ubrzane strategije održavanja nastale su kao odgovor na probleme primjene, prvenstveno RCM strategije, radi njihove brže primjene i bržeg ostvarenja financijskih rezultata. Primjena novih strategija održavanja traži promjenu načina organizacije. To zahtijeva odustajanje od tradicionalnog načina razmišljanja orijentiranog na popravke i orijentaciju na pouzdanost, odnosno, pomak od reaktivnog ka proaktivnom načinu razmišljanja, što podrazumijeva [1]:

- Definiranje dugoročnih strategijskih ciljeva;
- Usklađivanje sustava nagrađivanja sa strategijskim ciljevima;
- Bolju integraciju osnovne funkcije (prometa, proizvodnje) i održavanja;
- Stvaranje mogućnosti za timski rad i učenje;
- Isključivo cilju posvećeno vođenje – menadžment.

Razlike između tradicionalne organizacijske kulture u održavanju i nove, koja mora nastati, prikazane su u tablici 1. Da bi se ostvarile ove promjene potrebno je 5 do 8 godina. Osnovno je napuštanje orijentacije s neposrednih i kratkoročnih ciljeva i orijentacija ka dugoročnim ciljevima, a neophodna je i odgovarajuća promjena kadra. To podrazumijeva i bolju motivaciju kadra. Put od tradicionalnog pristupa održavanju ka suvremenom pristupu ilustriran je na slici 1, na kojoj su prikazane faze u razvoju sustava održavanja. Jasno je da se pokazatelji uspješnosti poboljšavaju s primjenom novih pristupa. U isto vrijeme mijenja se i sistem nagrađivanja, motivacijski mehanizmi i karakteristike ponašanja zaposlenih. Tako se, na primjer, u reaktivnom okruženju smatra da se nikada ne zna što je sljedeći posao, ljudi postaju „heroji“ ako znaju brzo otkloniti kvar.

Tablica 1. Razlike između tradicionalne i suvremene organizacije održavanja [1]

STARO	NOVO
Orijentacija na popravke	Orijentacija na pouzdanost
Popravi	Unaprijedi
„Gašenje požara“	Predvidi, planiraj, programiraj akcije
Majstor	Član poslovnog tima
Rješavaj otkaze	Eliminiraj otkaze
Smanji troškove održavanja	Povećaj vrijeme u radu
„Akcija program mjeseca“	Kontinuirano unapređivanje
Vjerovanje da su otkazi neizbježni	Vjerovanje da su otkazi samo izuzeci
Prioritet se daje otkazima	Prioritet se daje eliminiranju uzroka otkaza
Mnogo otkaza	Svega nekoliko otkaza
Nizak udio planskih poslova	Visok udio planskih poslova
Mnogo reklamacija	Malo reklamacija
Niska pouzdanost	Visoka pouzdanost
Visoki troškovi održavanja	Niski troškovi održavanja
Kratkoročni planovi	Dugoročni planovi
Neprofitni karakter	Privlači investicije

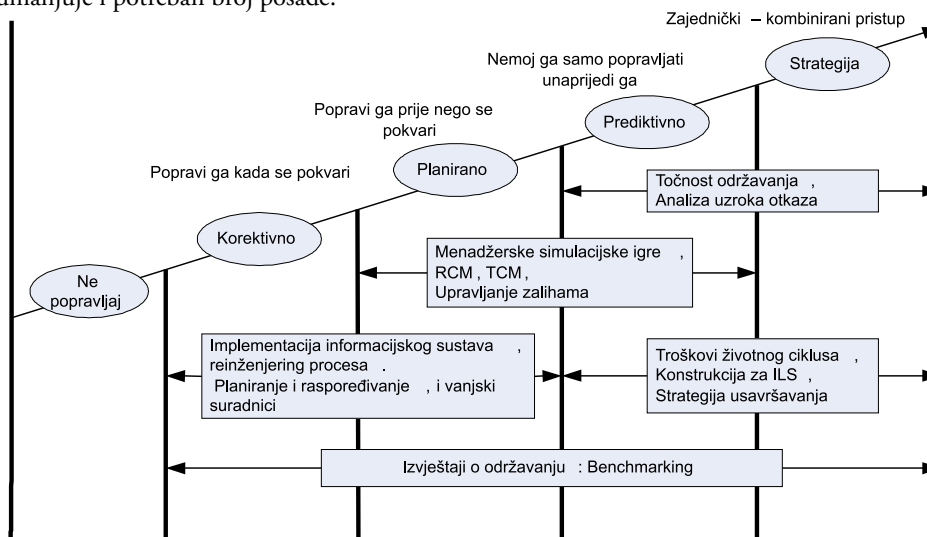


Slika 1. Faze u razvoju sustava održavanja

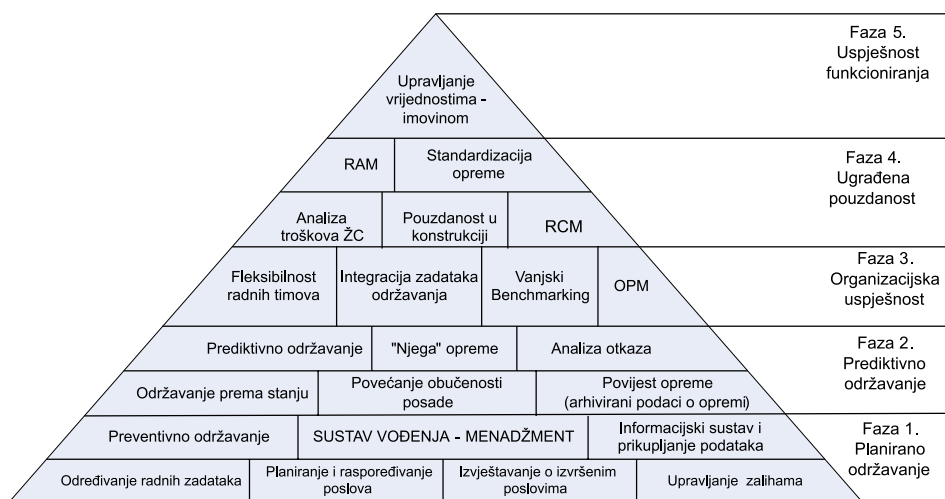
Ukoliko se uvede strategija plansko-preventivnog održavanja, mijenja se suština djelovanja jer se sada naglašava disciplinirano izvršavanje planiranih zadataka i procedura. Na taj način i stari sustav nagrađivanja nije više funkcionalan. Nagrađuju se oni koji posao obavljaju po točno određenim procedurama i na vrijeme. Nagrađuje se postizanje planske

raspoloživosti sustava. Veza između proizvodnje (brodogradilišta i proizvođača opreme) i održavanja postaje dvosmjerna, jer održavanje zahtijeva planske zastoje zbog izvođenja radnji održavanja.

U proaktivnom okruženju traži se učešće svih zaposlenih u otkrivanju mogućnosti za eliminiranje otkaza (strategije RCM, TPM, ...). Umanjena potreba za održavanjem umanjuje i potreban broj posade.



Slika 2. Metode i strategije koje se primjenjuju u ovisnosti od faze razvoja pojedine organizacije održavanja



Slika 3. Redoslijed usavršavanja sustava održavanja

Rješenje poboljšanja sustava održavanja ne može se tražiti u primjeni samo jedne strategije ili jedne metodologije. Svaka od njih ima određene prednosti, ali i nedostatke. Najbolji rezultati mogli bi se postići njihovom odgovarajućom kombinacijom [6], koja je u skladu s potrebama konkretne kompanije. Pojedini pristupi efektivniji su od drugih u konkretnim uvjetima, a opće preporuke u tom smislu mogle bi se grafički prikazati kao na slici 2. Metode i strategije primjenjuju se u ovisnosti od faze razvoja pojedine organizacije održavanja. Pri svemu tome ne treba zaboraviti da se promjene ne mogu uvoditi u sustave koji „nisu spremni“ za njih. Na primjer, kako dobiti podatke o efektima pojedinih radnji kada ne funkcionira povratna veza u informacijskom sustavu. Redoslijed rješavanja pojedinih pitanja, odnosno problema, ilustrativno je prikazan u vidu piramide na slici 3. U usavršavanju se kreće od baze ka vrhu piramide, a osnovicu daje sustav CMMS.

4. OPTIMIZACIJA INTERVALA PREGLEDA I PREVENTIVNIH RADNJI ODRŽAVANJA

Pored prethodnih problema u primjeni strategija održavanja, koji su više menadžerske prirode, odnosno vezani za organizaciju poslovanja, postoje i dva osnovna problema koji su više tehničko-tehnološke prirode. Prvi je u određivanju optimalnog intervala pregleda – inspekcije opreme. U primjeni suvremenih strategija održavanja smatra se da tzv. „prvu liniju obrane“ od otkaza čine postupci za dijagnostiku stanja opreme i sustava [3] suvremenom dijagnostičkom opremom. Međutim, što su pregledi - inspekcije češći, troškovi održavanja su veći. Ovaj problem ilustriran je na slici 4. Svaki sustav, ili njegov dio, ima odgovarajući „životni vijek“, odnosno period za koji će sustav/dio sustava raditi sa zadovoljavajućim performansama. Neki dijelovi, odnosno oni kod kojih je moguće dijagnosticirati otkaz, od trenutka P daju signal o tome da je moguća pojava otkaza. U trenutku F taj dio definitivno otkazuje, poslije određenog perioda funkcioniranja uz smanjenje performansi (podebljana krivulja na slici). Sa slike je jasno da je, ukoliko se sustav – dio pregleda u intervalima manjim od P-F, moguće da se ovaj otkaz otkrije prije nastanka.

Postavlja se pitanje koliko interval pregleda – inspekcije mora biti manji od intervala P-F. Također, postavlja se pitanje je li, ako se češće vrše pregledi – inspekcije, i vjerojatnost otkaza manja? Cilj bi bio da se otkaz otkrije neposredno prije vremena nastanka (ciljno vrijeme detekcije otkaza – slika 4), jer se na taj način maksimalno iskorištava tzv. rezerva pouzdanosti sustava – dijela sustava.

Za optimizaciju veličine intervala pregleda – inspekcija, ili zamjene dijelova, razvijen je veliki broj matematičkih modela, tkz. modela održavanja. Oni su matematički veoma komplicirani, pa je važno uočiti sljedeće stavove, uglavnom zasnovane na podacima iz literature [3]:

- Ukoliko su troškovi preventivne zamjene veći od troškova zastoja sustava, nema svrhe da se preventivno održavaju;
- Ukoliko je metoda za dijagnostiku otkaza potpuno pouzdana, obavljanje više od jednog pregleda – inspekcije predstavlja gubljenje vremena i novca. Periodika takvog pregleda tada može biti samo malo manja od intervala P-F.

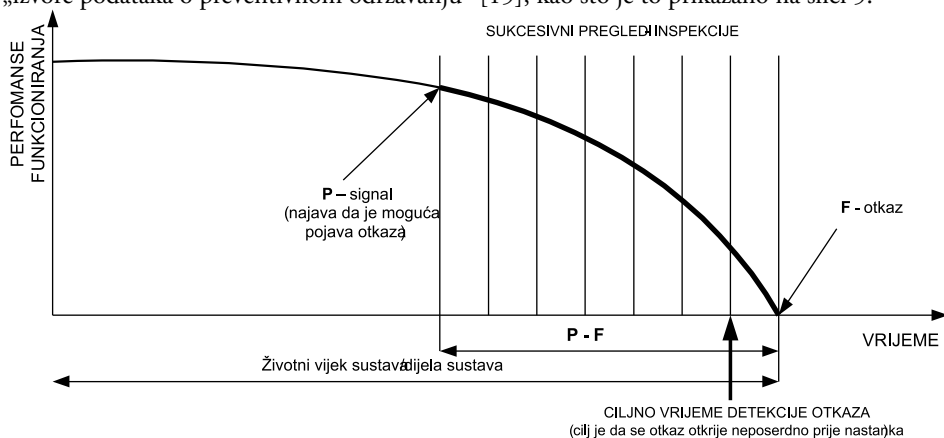
U protivnom pregledi – inspekcije moraju se vršiti češće, što zahtijeva optimizaciju broja pregleda u okviru intervala P-F;

- Zagovornici primjene RCM i TPM tvrde da korisnici opreme i serviseri (posada iz procesa održavanja) najbolje znaju, na temelju iskustva, odrediti veličinu intervala P-F;
- Suprotno od do skoro prevladavajućeg mišljenja u inženjerstvu održavanja, veličina optimalnog intervala pregleda – inspekcije nije uvjetovana vjerojatnošću nastanka otkaza niti zakonitošću razvoja otkaza (degradacijom dijela sustava).

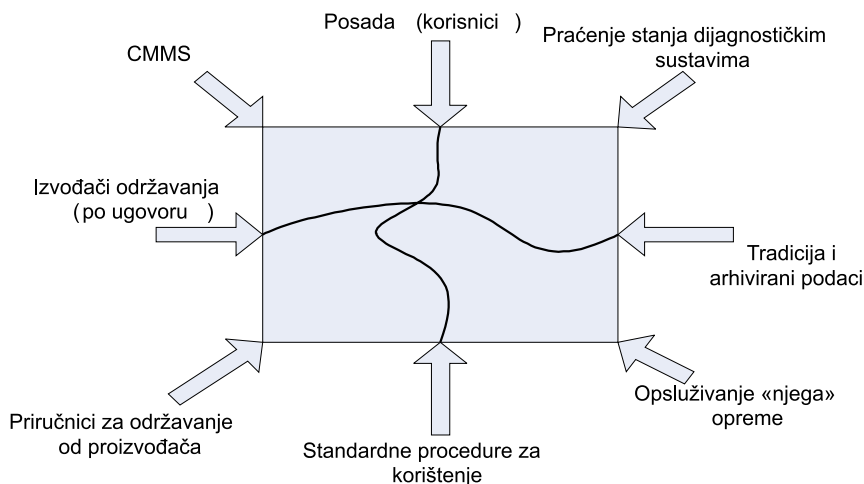
Treba napomenuti da to vrijedi za većinu dijelova koji bi se mogli zamijeniti prije nastanka otkaza (preventivno), a posebno oni koji daju „određeni signal“ da im je stanje narušeno.

Drugi problem tehničko-tehnološke prirode je kako optimizirati sadržaj preventivnih radnji održavanja. Tradicionalan pristup sastoji se u pridržavanju uputa i preporuka proizvođača. Kao što je poznato, proizvođači, obično preporučuju više radova s većom učestalošću, što obično ne odgovara konkretnim uvjetima korištenja sustava ili opreme.

Također, neke preporuke vremenom zastarijevaju, kao što su na primjer, one o zamjeni ulja, jer s pojavom sintetičkih ulja kod motora interval zamjene se višestruko povećao, ili one vezane za zastarjelu opremu za dijagnosticiranje. Radi toga je potrebno najprije sagledati sve „izvore podataka o preventivnom održavanju“ [15], kao što je to prikazano na slici 5.



Slika 4. Određivanje P-F intervala



Slika 5. „Izvori podataka o preventivnom održavanju“

Potrebno je izvršiti određivanje ukupnog zadatka preventivnog održavanja, odnosno prikupljanje i dokumentiranje postojećeg programa održavanja (formalnog – iz postojeće dokumentacije i neformalnog – iz iskustava korisnika i servisera (posade) opreme. Zatim se analiziraju otkazi (oni koje postojeći sustav otklanja) s gledišta da se odbace one preventivne radnje koje otklanjaju otkaze koji se nikada neće dogoditi ili koji su neisplativi. Iz podataka o dosadašnjim otkazima određuje se na koje se otkaze isplati preventivno djelovati, a nisu obuhvaćeni dosadašnjim preventivnim programom. Sljedeći korak je racionalizacija preventivnih radnji i revizija svih relevantnih otkaza.

U tom okviru vrši se eliminacija radnji koje su duplirane u različitim preventivnim programima održavanja. Završni korak je analiza posljedica dopuštenih otkaza, kako bi se odredili oni s nedopustivim posljedicama i odredio način preventivnog djelovanja na njih. Na taj način stvara se ukupan racionaliziran – optimiziran skup radnji preventivnog održavanja. U nekim slučajevima ovdje je korisno primijeniti FMECA analizu radi detaljnije analize otkaza.

5. PROBLEMI I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG RJEŠAVANJA

Troškovi za održavanje u domaćim brodarskim kompanijama čine od 20% do 30% ukupnih troškova. Ova sredstva su velika, ali su nedovoljna za trenutno potrebnu sanaciju tehničkih sustava i uređaja. Međutim, koliko treba povećati izdvajanja i da li to treba činiti ne bi bilo korisno odgovoriti prije određenog poboljšanja sustava održavanja usmjerenog na neophodne racionalizacije. Na to ukazuju i svjetska iskustva.

Ratna mornarica SAD, u okviru projekta Smart Ship („inteligentni brod“), na ratnom brodu USS YORKTOWN izvršila je implementaciju usavršenog sistema održavanja zasnovanog na RCM [8], Smart Ship project zasniva se na: novim tehnologijama (ne samo za održavanje), novim strategijama i procedurama (ne samo u održavanju) i novim metodama održavanja zasnovanim na RCM.

Ustanovljeno je da su postignuti sljedeći rezultati: primijenjena je fleksibilna matrična organizacijska struktura; izvršena je automatizacija navigacije, upravljanja strojevima, nadzora stanja strojeva i opreme i informacijskog sustava; smanjene su potrebe za preventivnim održavanjem za 15%, a u isto vrijeme nije došlo do povećanja broja otkaza; ostvareno je smanjivanje angažiranja radne snage za 9000 sati (30%), što omogućava smanjivanje posade za 44 mornara i 4 časnika godišnje; novčane uštede mogle bi se izdvojiti na 2.865 miliona USD; povraćaj investicija u tehnologiju biti će ostvaren za 17 godina, dok će se investicije u RCM vratiti za dvije godine, itd. [13].

U jednom istraživanju [4] procesa održavanja devedesetih godina uočeno je da je za pet godina od 4699 vrsta sastavnih dijelova otkazalo svega 300. Od otkazanih dijelova samo 18 vrsta imalo je više od 20 otkaza, što predstavlja minimum zadan u standardu IEC 605 za izračunavanje intenziteta otkaza, odnosno pouzdanosti. Već sam podatak da je otkazalo svega 300 dijelova, a da je na zalihama, samo u jednoj jedinici, bilo oko 1000 različitih stavki, jasno ukazuje na mogućnosti ušteda kroz smanjenje zaliha. Od 18 dijelova koji su najčešće otkazivali samo 6 ima jasno izraženu tendenciju rasta intenziteta otkaza, što govori da svega 2% posto dijelova spada u kategoriju onih kod kojih intenzitet nije konstantan. Sve to ukazuje na mogućnosti primjene strategije RCM.

Zaključci koji su proizašli kao rezultat istraživanja [7,9,11 i 12] vezanih za sustav održavanja u pomorstvu ukazuju na činjenicu da se, na temelju iznesenih rezultata, može izvršiti rangiranje razmatranih faktora koji utječu na promjenu pokazatelja uspješnosti funkcioniranja i mogućnosti primjene u odnosu na potrebna ulaganja. Promjenama u sustavu održavanja treba pristupiti prema redoslijedu značaja ovih faktora, odnosno takvim redoslijedom razvojnih koraka postigli bi se najveći efekti uz najmanja ulaganja. Ovaj redoslijed je, također, logičan, jer npr. bez uvođenja automatske obrade podataka i informacijskog sustava nema efikasnog i efektivnog upravljanja zalihama r/d. Redoslijed razvojnih koraka (ili relevantnih faktora prema značaju) koje treba provesti je sljedeći:

1. Može se tvrditi da je koncepcija - strategija održavanja ključni faktor koji utječe na efikasnost i efikasnost sustava održavanja. Ukoliko se broj radova održavanja smanji za oko 40%, raspoloživost opreme može se povećati za oko 30% (praktično koliko manje radnji održavanja toliko veća raspoloživost), a broj radnih mjesta u održavanju smanjiti i do 10%. Ovaj zaključak je i logički jasan jer je jasno da će opredjeljenje za strategiju održavanja utjecati na karakter, obim i učestalost radova održavanja koje treba izvršiti u konkretnom sustavu. Šire gledano, ovdje treba uključiti i primjenu koncepta ILS (Integrated Logistics Support).
2. Od pojedinačnih faktora najveću pažnju treba obratiti na skraćivanje administrativnih vremena kroz izmjene u tipu i obliku upravljačke – organizacijske strukture, i primjenu suvremene tehnologije za prijenos i obradu informacija. Povećanje broja izvršnih radova za isto vrijeme u tom slučaju je oko 15% a rast pokazatelja raspoloživosti za oko 5%. To, kao i naredni stav zahtijeva, pored redizajniranja organizacijske strukture, postupaka i procedura za upravljanje, i uvođenje odgovarajućeg informacijskog sustava na nivou kompanije (Computerised Maintenance Management System – CMMS).
3. Sljedeći faktor po značenju je skraćivanje logističkih vremena, posebno kroz određivanje optimalne razine, načina upravljanja i rasporeda zaliha r/d po razinama

i ubrzavanje za njih vezanih materijalnih i informacijskih tokova. Kao pogodna vrijednost vjerojatnosti trenutnog zadovoljenja potražnje za rezervnim dijelovima navodi se vrijednost od 0,70 do 0,85.

4. Povećanje kvalitete izvršenja radova održavanja više zahtjeva promjene u ponašanju serviser (posade) nego materijalna ulaganja. Na povećanje vrijednosti pokazatelja raspoloživosti utječe oko 2 do 3%.
5. Uvođenje i primjena suvremene dijagnostičke opreme svakako je jedan od najznačajnijih svjetskih trendova (to je i sastavni dio opredjeljenja za strategiju održavanja, bez čega se ne mogu odrediti potrebe za ovom vrstom opreme). Povećanje vrijednosti pokazatelja raspoloživosti je oko 15% do 10% povećanja točnosti dijagnostike.
6. Uvođenjem suvremene remontne opreme (za rastavljanje, sastavljanje, itd.) raspoloživost bi se povećala za oko 1%.
7. Ostali rezultati ukazuju na potrebu za što točnijim dimenzioniranjem izvršnih i upravljačkih elemenata sustava održavanja, radi dodatnog smanjenja troškova.

Promjene u sustavu navedenim redoslijedom dale bi sinergijski efekt tako da se može očekivati povećanje pokazatelja uspješnosti do 30%. Poboljšanja se mogu izvršiti i kombinacijom nekih od navedenih koraka.

6. ZAKLJUČAK

U usavršavanju sustava održavanja bitno je uočiti redoslijed kojim treba započeti taj proces. Pri svemu tome ne treba zaboraviti da se promjene ne mogu uvoditi u sustavima koji „nisu spremni“ za njih. Prije uvođenja strategija održavanja treba usavršiti sustav planiranja radnji održavanja, uvesti sustav za ocjenjivanje uspješnosti rada i druga poboljšanja na polju menadžmenta održavanjem, pa tek onda uvoditi nove strategije održavanja.

Zbog toga se danas sve više teži kombiniranju postojećih strategija održavanja i drugih metoda, radi iskorištavanja njihovih prednosti i smanjivanja nedostataka, radi dobivanja odgovarajućeg i u konkretnoj praksi primjenjivog rezultata. To podrazumijeva da takav put treba tražiti i u sustavu održavanja naših kompanija. Ne bi trebalo izgubiti iz vida da je sustav održavanja u našim kompanijama, po slobodnoj procjeni autora, negdje između korektivnog i planskog održavanja (slike 1 i 2). Za njegovo usavršavanje moraju se riješiti problemi i nedostaci u područjima koja su prikazana u dva donja reda piramide na slici 3. To pretpostavlja uvođenje odgovarajućeg (kvalitetnijeg) CMMS, sustava za upravljanje zalihama, povećanje kvalitete obuke posade i serviser, opreme, itd. Tek nakon toga vrijedi krenuti ka stvaranju odgovarajuće strategije održavanja.

LITERATURA

- [1] S. Dunn: Re-inventing the maintenance process, *Queensland Maintenance Conference*, 1998.
- [2] C. Idhammar: What constitutes world-class reliability and maintenance, Idcon Inc.
- [3] S. Turner: Choosing Maintenance Analysis Techniques, www.pmoptimisation.com
- [4] N.Regan: U.S.Naval Aviation Implements RCM, Naval Air Warfare Centre, *Aircraft Div.*, 2000.
- [5] J. Woodhouse: Asset management Decision-Making, *the Woodhouse Partnership Ltd.*, 2001.
- [6] Europski CRAFT projekt MELISSA (Maintenance Evaluation by Linked and Integrated Simulation in Sawmills), *The Woodhouse Partnership Ltd.*, 2001.
- [7] V.Tomas, A.Tićac, E.Zenzerović: Strategy for condition based maintenance, *ELMAR*, Zadar 1999.
- [8] Smart Ship project Assessment Report, 1998.
- [9] „Prihvatljivost porivnog sustava po energiji, sigurnosti, ekologiji i održavanju“ projekt Ministarstva znanosti na Pomorskom fakultetu
- [10] R. Kennedy: Examining the Process of RCM and TPM, Plant maintenance Resource Centre, 2002.
- [11] V. Tomas, I. Šegulja: Improvement of ship maintenance by applying the RCM method, *ICTS '97*, Portorož, 1997.
- [12] I. Šegulja, V. Tomas, I. Vlahinić: RCM computer –based model in commercial shipping, *ISEP 98*, Ljubljana 1998.
- [13] Reliability Centre, Inc.-Maintenance&Engineering Notes.htm: The 9 Great Benefits of a CMMS, Reliability.web.com
- [14] D. Bertolini: Maximum CMMS, Reliability.web.com
- [15] S. Turner: PM Optimisation (Maintenance Analysis of the Future), www.pmoptimisation.com

Summary

**POSSIBILITIES AND PROBLEMS IN APPLYING CONTEMPORARY
MAINTENANCE STRATEGIES IN MARITIME SERVICES**

The paper gives problems and methods of introducing contemporary maintenance strategies on the basis of worldwide experiences. The analysis of maintenance in our as well as in other ships systems resulted in suggesting possible strategies, conditions of their application and possible combinations. The method of their implementation and application is analyzed as well as possible effects. Adequate recommendations are also given.

Key words: maintenance strategies, ships

*Faculty of Maritime Studies Rijeka
Studentska 2, 51000 Rijeka
Croatia*